

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-033979

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

G03F 7/26  
 G03F 7/40  
 G21K 5/04  
 H01L 21/027  
 H01L 21/302

(21)Application number : 11-210950

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 26.07.1999

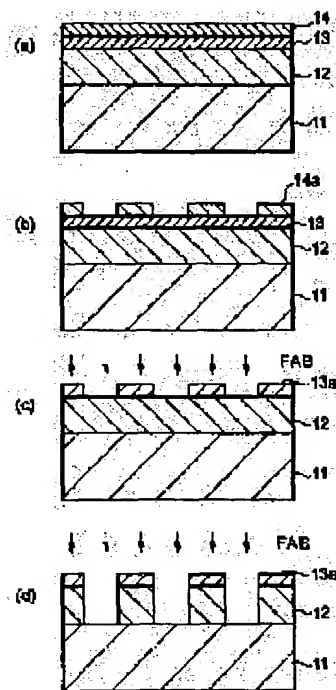
(72)Inventor : HATAKEYAMA MASAKI  
 WATANABE KENJI  
 ICHIKI KATSUNORI  
 SATAKE TORU

## (54) METHOD FOR TRANSFERRING FINE PATTERN

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for transferring a fine pattern by which a fine pattern having a high aspect ratio is formed.

SOLUTION: A relatively thick polymeric material film 12, a thin electric conductor film 13 and a thin resist film 14 are successively formed on a substrate 11. A fine pattern is formed in the thin resist film 14 by lithography, the thin electric conductor film 13 is etched to transfer the fine pattern and the relatively thick polymeric material film 12 is etched using the fine pattern transferred to the thin electric conductor film 13 as a mask by irradiation with fast atomic beams using a gas having reactivity to the polymeric material film 12 to transfer the fine pattern to the polymeric material film 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-33979

(P 2001-33979A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G03F 7/26	511	G03F 7/26	511 2H096
7/40	521	7/40	521 5F004
G21K 5/04		G21K 5/04	E 5F046
H01L 21/027		H01L 21/30	573
21/302		21/302	Z
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全5頁)			

(21)出願番号 特願平11-210950

(22)出願日 平成11年7月26日(1999.7.26)

(71)出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 畠山 雅規

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 渡辺 賢治

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(74)代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇 (外2名)

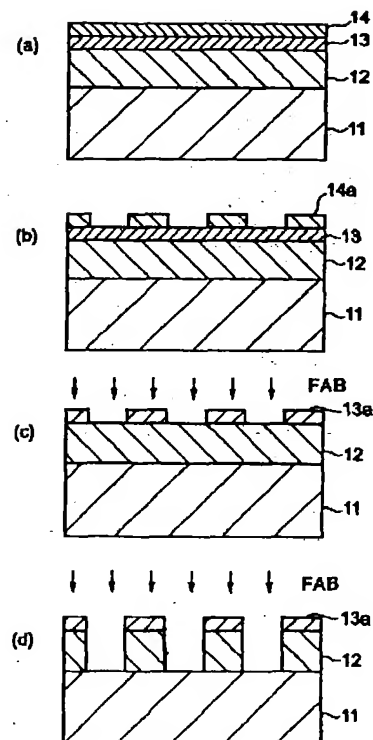
最終頁に続く

(54)【発明の名称】微細パターンの転写加工方法

(57)【要約】

【課題】 アスペクト比の高い微細パターンの形成が可能な微細パターンの転写加工方法を提供する。

【解決手段】 基板11上に比較的厚い膜厚の高分子材料膜12を形成し、該高分子材料膜12上に薄い導電体膜13を形成し、該薄い導電体膜13上に更に薄いレジスト膜14を形成し、該薄いレジスト膜14にリソグラフィ技術を用いて、微細パターンを形成し、前記薄い導電体膜13に対してエッチングを行い前記微細パターンを転写し、該薄い導電体膜13に転写された微細パターン13aをマスクとして前記比較的厚い膜厚の高分子材料膜12に対して反応性を有するガスを用いた高速原子線の照射によって、該高分子材料膜のエッチングを行い、該高分子材料膜に前記微細パターンを転写する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に比較的厚い膜厚の高分子材料膜を形成し、該高分子材料膜上に薄い導電体膜を形成し、該薄い導電体膜上に更に薄いレジスト膜を形成し、該薄いレジスト膜にリソグラフィ技術を用いて、微細パターンを形成し、前記薄い導電体膜に対してエッチングを行い前記微細パターンを転写し、該薄い導電体膜に転写された前記微細パターンをマスクとして前記比較的厚い膜厚の高分子材料膜に対して反応性を有するガスを用いた高速原子線の照射によって、該高分子材料膜のエッチングを行い、該高分子材料膜に前記微細パターンを転写することを特徴とする微細パターンの転写加工方法。

【請求項2】 前記導電体膜のエッチングは、該導電体膜に対して反応性を有するガスを用いた高速原子線の照射によって、行われることを特徴とする請求項1に記載の微細パターンの転写加工方法。

【請求項3】 前記高分子材料膜に形成された微細パターンを備えた基板上に異種材料膜を被着し、前記高分子材料膜を溶解することで、リフトオフにより異種材料膜の微細パターンを前記基板上に形成することを特徴とする請求項1又は2に記載の微細パターンの転写加工方法。

【請求項4】 前記異種材料膜の微細パターンとして、前記基板上に導電材料からなるコイルが形成されたことを特徴とする請求項3に記載の微細パターンの転写加工方法。

【請求項5】 前記基板上には半導体素子が形成され、前記異種材料膜の微細パターンとして良好な導電性を有する導電材料からなる微細配線が形成され、前記半導体素子を接続することを特徴とする請求項3に記載の微細パターンの転写加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、微細パターンの転写加工方法に係り、特に光の波長限界以下の微細パターンを含む、且つアスペクト比の高い微細な凹凸構造の形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】微細パターンの転写加工の代表例として、半導体基板上に微細パターンを形成する製造方法が一般的に広く知られている。これは半導体基板上に感光性材料（ホトレジスト）を塗布し、縮小投影露光法によりマスクパターンに従った投影パターンの光を感光性材料であるホトレジストに照射して露光する。そして、露光されたホトレジストパターンを現像することにより、ホトレジスト膜の微細パターンを形成し、これをマスクとしてエッチング加工を行うことにより微細な絶縁膜又は導電体膜のパターンを形成する。このようなエッチング方法としては、等方性又は異方性のプラズマエッチング、イオンビームエッチング及びウェットエッチング等

が用いられている。しかしながら、これらのエッチング方法は、必ずしもエッチングの直進性が十分ではなく、アスペクト比の高い微細パターンの形成が困難であった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、アスペクト比の高い微細パターンの形成が可能な微細パターンの転写加工方法を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、基板上に比較的厚い膜厚の高分子材料膜を形成し、該高分子材料膜上に薄い導電体膜を形成し、該薄い導電体膜上に更に薄いレジスト膜を形成し、該薄いレジスト膜にリソグラフィ技術を用いて、微細パターンを形成し、前記薄い導電体膜に対してエッチングを行い前記微細パターンを転写し、該薄い導電体膜に転写された前記微細パターンをマスクとして前記比較的厚い膜厚の高分子材料膜に対して反応性を有するガスを用いた高速原子線の照射によって、該高分子材料膜のエッチングを行い、該高分子材料膜に前記微細パターンを転写することを特徴とするものである。

【0005】上述した本発明によれば、薄い導電体膜に形成された微細パターンをマスクとして、比較的厚い膜厚の高分子材料膜に対して高速原子線の照射によってエッチングを行うので、高速原子線の有する高い直進性及び電荷の蓄積という問題を生じないことから、アスペクト比の高い微細パターンの形成が可能である。これにより、比較的厚い高分子材料膜に対して、例えば1 $\mu$ m程度の微細なパターン幅で、且つアスペクト比が10以上というアスペクト比の高い凹凸構造の形成が可能である。

【0006】請求項2に記載の発明は、前記導電体膜のエッチングは、該導電体膜に対して反応性を有するガスを用いた高速原子線の照射によって、行われることを特徴とするものである。

【0007】前記高分子材料膜に形成された微細パターンに基づいて、前記基板の加工を行うことが好ましい。

【0008】請求項3に記載の発明は、前記高分子材料膜に形成された微細パターンを備えた基板上に異種材料膜を被着し、前記高分子材料膜を溶解することで、リフトオフにより異種材料膜の微細パターンを前記基板上に形成することを特徴とするものである。

【0009】請求項4に記載の発明は、前記異種材料膜の微細パターンとして、前記基板上に導電材料からなるコイルが形成されたことを特徴とするものである。

【0010】これにより、アスペクト比の高い光の波長以下を含めた微細なパターンを基板上に形成できるので、高い導電性を有する導電材料からなるコイルを形成することで、微細な構造にも係わらず、高い電流容量が

得られる。従って、微細構造のコイルでありながら、強い磁場を局部的に形成することができる。

【0011】請求項5に記載の発明は、前記基板上には半導体素子が形成され、前記異種材料膜の微細パターンとして良好な導電性を有する導電材料からなる微細配線が形成され、前記半導体素子を接続することを特徴とするものである。

【0012】これにより、光の波長以下を含めた微細な寸法で、且つアスペクト比の高い導電性の良好な金属配線を形成できる。このような微細配線は、近年の高集積度の半導体集積回路の素子構造は、立体的な構造に近付いており、これらの素子間を接続する配線として、好適に利用することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。

【0014】図1は、本発明の実施の形態の微細パターンの転写加工方法を示す。図1(a)に示すように、例えばシリコンからなる半導体基板11に、例えば10 $\mu$ m程度の比較的厚い高分子材料膜12を塗布する。この高分子材料膜としては、ホトレジスト膜又はポリイミド等の樹脂膜が好適である。そして更にその上層にタングステン(W)薄膜を厚さ20nm程度形成して、薄い導電体膜13とする。更にその上層に電子線に感光性を有する薄いレジスト膜14を塗布する。

【0015】そして、図1(b)に示すように、薄いレジスト膜14にリソグラフィ技術を用いて微細パターンを形成する。これは、極端に波長の短い電子線を用いて描画することにより、薄いレジスト膜に電子線による微細な露光パターンを形成し、これを現像することにより薄いレジスト膜による島状の微細パターン14aを形成すると共に、導電体膜13の露出部分を形成する。そして、例えばSF<sub>6</sub>ガスによる高速原子線(FAB)を用いて、この基板の表面を照射することにより、薄い導電体膜13の露出部分とレジストパターン14aの両方がエッチングされる。しかしながら、レジストパターン14aが導電体膜13に対してマスクとして作用し、導電体膜の露出部分のエッチング終了時には、レジストパターン14aで被覆されていた部分が、エッチングされずに残り、図1(c)に示すように、導電体膜の転写パターン13aが厚い高分子材料膜12上に形成される。従って、導電体膜パターン13aはレジスト膜パターン14aと同一の形状のパターンとなる。

【0016】尚、導電体膜パターン13aは、高速原子線によるエッチングを用いずに、通常の気相又は液相のエッチングを用いて形成しても勿論良い。

【0017】次に、図1(d)に示すように、高分子材料膜12に対して良好なエッチング特性を有する、例えばO<sub>2</sub>ガスを用いた高速原子線により、高分子材料膜12のエッチング加工を行う。高速原子線は中性の粒子線

であり、例えば平行平板型のビーム源を用いることにより、極めて直進性の高いビームが得られる。又、中性の粒子線であるため、イオンビームのような電荷の蓄積という問題を生じない。これにより、例えばアスペクト比5~100程度が可能であり、線幅/間隔はレジストパターン14aの描画精度で決まり、電子線露光を用いることにより、50nm程度の微細パターンの形成も可能である。

【0018】尚、高速原子線はO<sub>2</sub>ガスから直接形成されたものでなくても、例えばArガスから形成された原子線にO<sub>2</sub>ガスを流すことにより、高分子材料膜の原子線の照射部位にO<sub>2</sub>ガスを作用させて、エッチングを進行させるようにしても良い。この高分子材料膜12の高速原子線のエッチングに際して、例えばタングステン(W)からなる導電体パターン13aが強い耐性を有するマスクとして働き、これにより比較的厚い高分子材料膜の選択的なエッチングが可能となり、アスペクト比の高い加工が可能となる。

【0019】これにより、例えば線幅1 $\mu$ m程度、高さ10 $\mu$ m程度のアスペクト比の高い、高分子材料からなる凸状部をシリコン基板上に櫛の歯状に形成することができる。更に、この凸状部をマスクとして直進性の高い高速原子線を用いてエッチング加工することにより、シリコン基板自体に高アスペクト比の微細構造物を形成することができる。

【0020】図2は、図1(d)の高分子材料膜に基づいて、電気伝導性の良好な例えばCuからなるアスペクト比の高い微細パターンの形成方法を示している。まず、図2(a)に示すように、SF<sub>6</sub>ガスを用いた高速原子線を照射することにより、マスクとして作用していた薄い導電体膜パターン13aを除去する。これにより、図2(a)に示すように、櫛の歯状に高分子材料からなる凸状部12aがシリコン基板11上に形成される。

【0021】次に図2(b)に示すように、Cu材の蒸着又はスパッタリングにより、例えば厚さが高分子材料膜と略同等な程度に厚いCu膜15を全面に被着する。このCu膜15は、シリコン基板11が露出した部分においてはその露出部に、高分子材料からなる凸状部12aにおいては、その凸状部上に被着される。

【0022】そして、図2(c)に示すように高分子材料膜を適当なその溶解液に浸漬することにより、凸状部12aが溶解除去され、その上のCu膜がリフトオフにより除去される。従って、図に示すようなCu膜の線幅/間隔が微細で、且つアスペクト比の高い凸状部15aが形成される。

【0023】図3は、係る製造方法により形成したマイクロコイルの例を示す。例えば、1本のコイルの線幅が1 $\mu$ m程度で、その高さが10 $\mu$ m程度で、材料として電気伝導性の極めて良好なCuを用いたコイルを形成す

ることができる。このコイルは図示するように高さ  $h$  が  $10\mu\text{m}$  程度と高いので、例えば  $10\mu\text{A}/\text{コイル線}$ 、程度の電流容量が得られ、これにより磁束密度が数 G ～ 数百 G 程度の十分な大きさの局所的な起磁力の発生が可能であり、例えば HDD のヘッドとして利用することが可能である。尚、コイルの全幅  $k$  としては、 $1\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$  程度が好適であり、高さ  $h$  としては、 $0.1\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$  程度が好適である。

【0024】図4は、コイルを図示するように螺旋状に形成した例である。ここでコイルの全幅  $k$  は、例えば  $1\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$  程度であり、その厚みは  $0.01\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$  に形成することが可能であり、アスペクト比も 10 程度の凸状構造を容易に得ることができる。このコイルにおいても、コイルの両端 A と B との間に比較的大きな電流を流すことにより、微細なコイルにおいて、比較的大きな磁界を形成することができる。又、微細な線間隔にコイルを形成することが可能であり、比較的インダクタンス値の高いコイルを形成することが可能である。

【0025】また、Cu 膜を半導体集積回路の微細配線として用いることもできる。半導体集積回路は、集積密度の向上に伴い素子構造が微細化して、アスペクト比の高い立体的な構造に近付いている。上述したように、本発明によれば、配線幅が  $0.01\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$  で、アスペクト比が 10 程度の導電性が極めて良好な Cu 膜による微細配線の形成が可能である。従って、半導体基板上にトランジスタ等の半導体素子を形成し、これらを電氣的に接続する配線層として、好適に利用可能であ

る。係る配線層によれば、微細構造で且つ電流容量が大きく、抵抗損失を小さくすることができる。

【0026】尚、以上の説明は本発明の好適な実施例を述べたものであり、本発明の趣旨を逸脱することなく種々の変形実施例が可能なのは勿論である。

【0027】

【発明の効果】以上に説明したように本発明によれば、微細な線幅で且つアスペクト比の高い微細構造物を比較的容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の微細パターンの転写加工方法の前半部を示す図である。

【図2】本発明の実施例の形態の微細パターンの転写加工方法の後半部を示す図である。

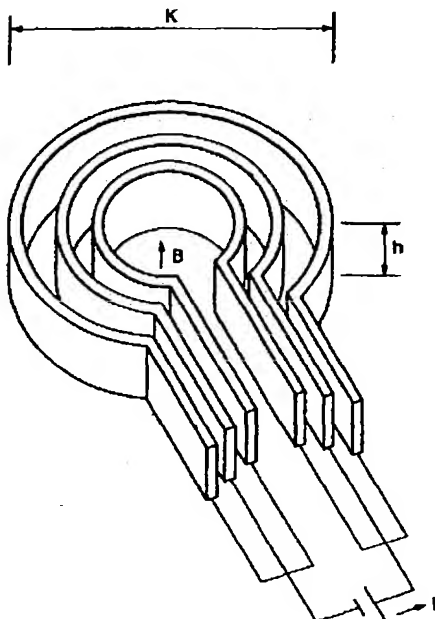
【図3】図1及び図2の方法により形成されたコイルの斜視図である。

【図4】図3のコイルの変形例を示す上面図である。

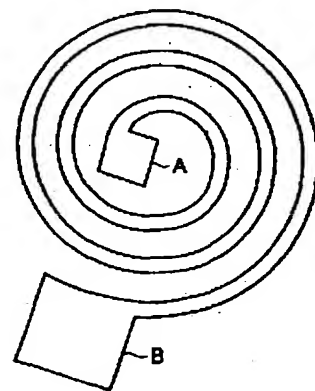
【符号の説明】

- 11 基板
- 12 高分子材料膜
- 12a 高分子材料膜の微細パターン
- 13 導電体膜
- 13a 導電体膜の微細パターン
- 14 レジスト膜
- 14a レジスト膜の微細パターン
- 15 高導電性金属膜
- 15a 高導電性金属膜の微細パターン

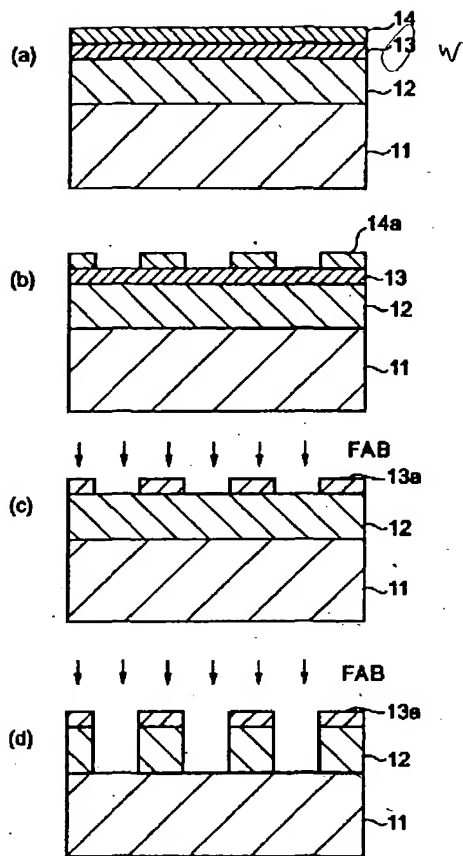
【図3】



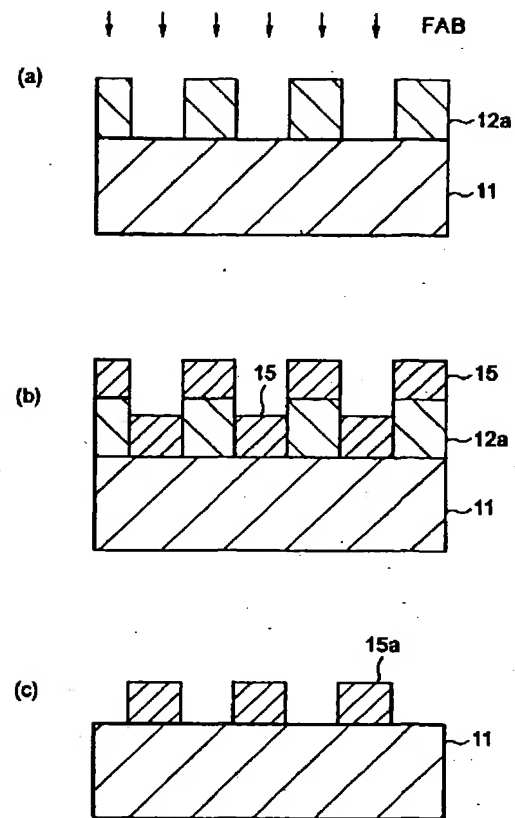
【図4】



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 一木 克則

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 佐竹 徹

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

Fターム(参考) 2H096 AA25 AA27 CA20 HA11 HA15  
HA28 HA30

5F004 AA04 BA20 BB01 DA18 DA26  
DB10 DB25 DB26 DB27 EA02

FA04

5F046 LB10